



TITLE:

One-Boson-Exchange Type Potential in Triplet Even State(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Kishi, Yosuke

CITATION:

Kishi, Yosuke. One-Boson-Exchange Type Potential in Triplet Even State. 京都大学, 1970, 理学博士

ISSUE DATE:

1970-07-23

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/213452>

RIGHT:

| | |
|-------------|---|
| 氏 名 | 岸 洋 介 きし よう すけ |
| 学 位 の 種 類 | 理 学 博 士 |
| 学 位 記 番 号 | 理 博 第 189 号 |
| 学位授与の日付 | 昭 和 45 年 7 月 23 日 |
| 学位授与の要件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当 |
| 研 究 科・専 攻 | 理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻 |
| 学 位 論 文 題 目 | One - Boson - Exchange Type Potential in Triplet Even State (三重偶状態の One-Boson-Exchange 型ポテンシャル) |

(主 査)
論文調査委員 教 授 小 林 稔 教 授 町 田 茂 教 授 小 林 晨 作

論 文 内 容 の 要 旨

核子（陽子，中性子）間に働く力，すなわち核力の問題は原子核理論の基礎となるものであるが，末だに十分解明されているとはいえない。1935年中間子理論が提唱されて以来，1950年頃まで主としてわが国の核力研究者のグループによって核力の中間子論の定量的検討が進められ，2核子間の距離が大きいところ（大体 $x \geq 1.5$ 単位は π 中間子のcompton 波長）では π 中間子理論が定量的に正しいことが示され，中間子理論の確証が与えられたのであるが，これより近い領域では2個以上の π 中間子を交換する効果が顕著になり，場の理論に伴う多くの困難が現われてくる。この領域における核力の中間子論による解析もその後強力に進められたが，核子間衝突，原子核構造より推定されている核力とは著しい喰いちがいがあることが判ってきた。

すなわち，核子間衝突に関する浜田・Johnston両氏の有名な解析（Hamada-Johnston ポテンシャル）によれば，1核子交換の領域で π 中間子理論の結果を正しいと想定し，それより内部のポテンシャルを現象に適合するように定めると，300MeV以下の2核子散乱の実験データをよく再現できることが示されるが，この現象論的に定められたポテンシャルにはスピン角運動量と軌道角運動量との間に直接つよい結合をもつような部分，いわゆるL-S力が含まれており，このような強いL-S力を π -中間子論から導き出すことは無理であることがわかった。また，核構造の実験データからも，核内核子間には 3O （三重，奇triplet odd）状態で強いL-S力の存在が必要であることも明らかになっている。

いうまでもなく，核力のあらわれるのは，核子との間に強い相互作用をもつ中間子とその Compton 波長の程度のひろがりをもって核子のまわりに出現するためであって， $x = 1.5$ より外という範囲は大体1個の π 中間子の存在確率がかなり大きく，2個以上の π 中間子はほとんど現われないという領域である。これより内部では2個以上の中間子が有限の確率で存在し，そのため2個以上の中間子を同時に交換する効果が現われてくるのは当然である。しかし，2個の π 中間子の交換を考慮に入れても，実験に適合する程度のL-S力が得られないことが明らかになった。

ところが、1960年頃から非常に高いエネルギー領域での素粒子反応の実験が急激に進み、その結果、多くの未知の素粒子（あるいはresonance particles）がつぎつぎと発見されてきた。これらは核子と強い相互作用をもつので、当然核力の原因となるものである。それらのうち、比較的質量の小さいものは、上述の理由により、その質量に相当して核子とはなれた距離で核力に影響することになる。発見された ρ 中間子、 ω 中間子などの質量からそれらの影響は2個以上の π 中間子交換の領域までひろがってよいことが推定される。

以上のことをふまえ、申請者らは π 中間子のほかに質量の大きい1個のボーズ粒子 (ρ , ω などはボーズ統計にしたがう) の交換を導入することによって、 π 中間子論だけでは説明できない強いL-S力を導き出そうという試みを行なった。

その結果は、交換するボーズ粒子の質量、およびそれらと核子との相互作用に素粒子論で推定されている程度のもを仮定すれば、少なくとも $x=0.5$ 以上の領域において、2核子衝突に対する現象論的ポテンシャルを十分再現できることを示している。しかしながら、他の高エネルギー素粒子反応に対する説明に対しては、この立場からすべて矛盾なく行なわれるという程には十分うまくいっていない。以上は申請者が亘・沢田両氏と協力して行なった研究の概略であって、その内容は参考論文に発表されている。

参考論文での計算は2核子が三重、偶奇 (triplet, even odd), 一重, 偶奇 (singlet, even odd) の四つの状態についてすべてについて行なわれているが、三重偶 (3E) については実験データの精度が他の状態にくらべて悪く、また重陽子に関する実験値との比較がなされていなかったのもので、ポテンシャルの決定にかなり不確定なところが残されていた。他方、核力の現象論では、比較的重い核の構造や、無限核物質としての解析が進み、近距離での核力のふるまい、とくにL-S力やテンソル力の演じる役割りがおいおい明らかになってきた。

そこで、申請者は、とくに三重偶 (3E) 状態での核力について、二核子散乱の実験との比較だけでなく、重陽子から得られる実験データ (D状態の混合比、四極子能率、電磁的 form factor など) をすべてとり入れ、上述の参考論文の延長として、理論の精密化を行なうことを試みた。その結果が主論文の内容である。

得られた結果は、核力のふるまいをよく再現しており、とくに 3E 状態についてのポテンシャルの特徴をよく現わしている。Hamada-Johnston の核力と比較すると、いわゆるhard core の半径は小さく、テンソル力は内側でずっと弱い。あとの結果は核物質に対する最近の分析の結果と同じ方向に出ていることは注目に値する。また、近距離でのポテンシャルのふるまいは momentum transfer の大きい核子間衝突に効くので、この領域の実験結果を分析することによって Hamada-Johnson ポテンシャルと申請者の得たポテンシャルとの比較が可能になる筈であるが、この領域での実験結果の精密度は現在未だ十分でないのもので、この比較は将来にまつことになる。

論文審査の結果の要旨

申請者は、その参考論文に示されているように、亘氏、沢田氏と協力して、 ρ 中間子、 ω 中間子など新しく発見された中間子（あるいは共鳴粒子）が核力に及ぼす影響をしらべるという独創的な研究を行ない、

その影響がそれまでに現象論的に推定されていたいわゆる強いL-S力を生じるということを示し、核力の理論に重要な寄与をしている。提出された主論文はこの計算をさらに発展させ、精密化しようと試みた研究の成果である。

よく知られているように、核力の中間子論は1個の π 中間子を交換する領域においては量的にも十分成功しているのであるが、それより内部($x \leq 1.5$ 単位は π 中間子の Compton 波長)の領域では、場の理論に伴う不確かさはあるとしても、質的にも不十分なものであることは、強いL-S力の存在を導き出せないことから明らかになっていた。申請者らは、この喰いちがいを説明するために、 π 中間子のほかに、それより重いボ-ズ粒子の場を導入し、それらと核子との相互作用を適当に想定することによって、現象論的に定められたいわゆる Hamada-Johnston のポテンシャルに近いものが得られることを示した。ここに想定された数値は新しく発見された中間子(ρ 中間子、 ω 中間子など)について素粒子理論から推定される質量、核子との相互作用の値と矛盾しないものであり、この結果は申請者らの発想が当を得たものであったことを示している。

申請者は、参考論文での研究をさらに独自に発展させ、とくに不十分であった三重偶状態(triplet even state)における核力を核子・核子散乱のほか、重陽子から得られた精度の高い実験データのすべてと比較することによって、その精密度を高めている。得られた結果は、Hamada-Johnston のポテンシャルとくらべて、いわゆるHard coreの半径が小さく、テンソル力は内側ですっと弱くなっている。

この結果は最近の仮想核物質の結合エネルギーの計算結果に都合のよい方向に出ているといえる。さらに直接的な検証は momentum transfer の大きい高エネルギー核子・核子衝突の分析との比較によって得られる筈であるが、現在の実験値の精度では、それらによって申請者の得たポテンシャルと Hamada-Johnston ポテンシャルとの適否を区別することが不可能であるので、将来の精密な実験に待たねばならない。

以上主論文の述べられている申請者の研究成果であるが、この研究は核力の中間子論に対して大きい興味を与えている。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。